

March 28, 2001

10/7/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

01505758 **Image available**

CHARGE COUPLING IMAGE PICKUP DEVICE

PUB. NO.: 59-217358 A]

PUBLISHED: December 07, 1984 (19841207)

INVENTOR(s): MURAKOSHI MAKOTO

APPLICANT(s): FUJI PHOTO FILM CO LTD [000520] (A Japanese Company or
Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 58-090618 [JP 8390618]

FILED: May 25, 1983 (19830525)

ABSTRACT

PURPOSE: To obtain the title device of a wide dynamic range by a method wherein a picture element is composed of a plurality of image pickup cells of effectively different photosensitivities instead of varying the photosensitivity of said cell with time.

CONSTITUTION: A photo shielding layer 34 of the picture element 10 has the photo receiving surface 40 all opened above a region 14, while it is provided with an optical aperture 38 of the aperture area of e.g. approximately 1/10, as compared with the case of the region 14, above a region 18 at every one. Said layer 34 is provided over the entire surface above the remaining region 18. Therefore, the n(sup -) type regions 18 function to not only as the vertical transfer line for picture signals but as a photosensitive region in one of the n(sup -) regions 18 provided with the aperture 38. In other words, the titled device is so constructed that, with respect to one picture element, one n(sup +) type region 14 and one of the two n(sup -) type regions 18 function as the photosensitive region to an incident light 32. This region 10 for one picture element is element-isolated from the other adjacent picture element by means of a p(sup +) type region channel barrier, i.e., channel stopper 36, and thus constructs the image pickup cell array. Such picture elements 10 are arranged in tow dimensions, thus forming the interline transfer type CCD image pickup device.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑩ 日本国特許庁 (JP)
⑪ 公開特許公報 (A)

⑫ 特許出願公開
昭59—217358

⑬ Int. Cl.³
H 01 L 27/14
29/76
H 04 N 5/30

識別記号
庁内整理番号
6732—5F
6851—5F
6940—5C

⑭ 公開 昭和59年(1984)12月7日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑮ 電荷結合撮像デバイス

8番地富士写真フイルム株式会
社内

⑯ 特 願 昭58—90618
⑰ 出 願 昭58(1983)5月25日
⑱ 発 明 者 村越誠
神奈川県足柄上郡開成町宮台79

⑲ 出 願 人 富士写真フイルム株式会社
南足柄市中沼210番地
⑳ 代 理 人 弁理士 香取孝雄

明 細 書

1. 発明の名称

電荷結合撮像デバイス

2. 特許請求の範囲

1. 2次元画素配列における映像信号の垂直伝送路が4相のクロックによって駆動されるインタライン伝送型電荷結合デバイスを用いた電荷結合撮像デバイスにおいて、

各画素は第1の撮像セル、および第1の撮像セルより実効的に低い光感度の第2の撮像セルによって構成され、

第2の撮像セルは前記垂直伝送路の一部を形成し、

各画素について第1および第2の撮像セルにおける蓄積キャリアが配合され、前記垂直伝送路を順次伝送されることによって映像信号が形成されることを特徴とする電荷結合撮像デバイス、

2. 特許請求の範囲第1項記載の電荷結合撮像デバイスにおいて、

第2の撮像セルは、その感光領域への入射光を

制限する制限手段を含むことを特徴とする電荷結合撮像デバイス、

3. 特許請求の範囲第2項記載の電荷結合撮像デバイスにおいて、前記制限手段は、前記感光領域の一部にのみ入射光を導く光学的開口を有する遮光層を含むことを特徴とする電荷結合撮像デバイス、

4. 特許請求の範囲第2項記載の電荷結合撮像デバイスにおいて、前記制限手段は、前記感光領域への入射光を減光する光学フィルタを含むことを特徴とする電荷結合撮像デバイス、

5. 特許請求の範囲第2項記載の電荷結合撮像デバイスにおいて、

該デバイスは2フィールド1フレームの飛越し走査方式で駆動され、

第1のフィールドでは、第1のフィールドに含まれる画素の第1の撮像セルの蓄積キャリアを該画素の第2の撮像セルに移送し、第2のフィールドに含まれる画素の第2の撮像セルの蓄積キャリアを該画素の第1の撮像セルに移送した後、前記

第1のフィールドの第2の撮像セルに移送されたキャリアを前記垂直伝送路を介して伝送し、これによって第1のフィールドの映像信号が出力される。

次の第2のフィールドでは、前記第2のフィールドの第1の撮像セルに移送されたキャリアを該画素の第2の撮像セルに移送し、該移送されたキャリアを前記垂直伝送路を介して伝送し、これによって第2のフィールドの映像信号が出力されることを特徴とする電荷結合撮像デバイス。

3. 発明の詳細な説明

技術分野

本発明は固体撮像デバイス、とくに電荷結合デバイス(CCD)を用いた電荷結合撮像デバイスに関するものである。

背景技術

撮像デバイスは一般に、広範囲の輝度分布を有する被写体でも、また露光量の設定を誤っても適切な撮影が行なわれるように、ダイナミックレンジが広い方が望ましい。つまり、撮像デバイスの

入出力特性における可能な動作点を広範囲にわたって変えることができることが好ましい。

たとえば電荷結合デバイスは通常、ダイナミックレンジが他の撮像デバイスと比べて比較的低く、高々300程度である。広いダイナミックレンジを実現するには素子の出力電流の範囲を広くすればよいが、そのためには撮像セルの蓄積可能電荷容量を大きくしなければならない。しかしこれは、撮像セルの面積、構造および印加電圧などの制限から限界がある。

そこで一般には、固体撮像デバイスの入出力特性にいわゆるニー(knee)特性をもたせることによってダイナミックレンジの拡大が行なわれている。すなわち、露光量に対する出力電流の関係を示す曲線の勾配(すなわち γ)を高入力領域において低入力領域より小さくする高輝度圧縮を行なっている。

たとえば、遠藤幸雄他による「CCDイメージセンサのKnee特性制御」1978年テレビジョン学会全国大会論文2-12、または竹内映一他による「撮形

オーバーフロー構造CCDイメージセンサの駆動法ーその1ー」テレビジョン学会1982年全国大会論文2-6などでは、撮像セルの光感度を経時的に変化させ、露光時間の前半では高く、後半では低くなるように制御する電荷結合撮像デバイスが提案されている。これによって高輝度の入射光に対して電荷蓄積が飽和するまでの時間を遅らせ、ニー特性を実現することができる。

目的

本発明はダイナミックレンジの広い電荷結合撮像デバイスを提供することを目的とする。

本発明は、撮像セルの光感度を経時的に変化させるのではなく、実効的に光感度の異なる複数の撮像セルで1つの画素を構成するという新規な技術的思想によってこの目的を達成するものである。

発明の開示

本発明によれば、2次元画素配列における映像信号の垂直伝送路が4相のクロックによって駆動されるインタライン伝送型電荷結合デバイスを用

いた電荷結合撮像デバイスにおいて、各画素は第1の撮像セル、および第1の撮像セルより実効的に低い光感度の第2の撮像セルによって構成され、第2の撮像セルは垂直伝送路の一部を形成し、各画素について第1および第2の撮像セルにおける蓄積キャリアが混合され、垂直伝送路を順次伝送されることによって映像信号が形成される。

実施例の説明

次に添付図面を参照して本発明による電荷結合撮像デバイスの実施例を詳細に説明する。

第1図を参照すると、本発明による電荷結合撮像デバイスの実施例における撮像セルの2次元配列の一部が概念的に模式図で示され、同図における一点鎖線の矢印1から見た半導体構体の1画素分の断面端面の構成が第2図に示されている。

第2図からわかるように、たとえばp型シリコン(Si)基板12の主表面付近にn+領域14が感光領域として設けられ、p-Si基板とともにフォトリソードを形成している。感光領域14は第1図に示

のように垂直走査方向Vに多数配列されている。

感光領域14の左側にはn-領域18が形成され、これは第2図の紙面に垂直な方向、すなわちV方向に多数配列されて画素信号の垂直(V)転送路すなわちVCCD18をなしている。また感光領域14の右側にはn-領域20を介してp-p-領域22が形成され、これはp-領域14から溢れた電荷を排出するためのオーバーフロー dren として機能する。

これらの領域が形成されている主表面の上には、たとえば酸化シリコン(SiO_2)などからなる絶縁層24が形成され、MOS または MIS 構造の一部をなしている。

p-領域14とVCCDのn-領域18との間には図示のように、たとえば多結晶シリコンなどからなる電極28が形成されている。電極28は後述するように、リード60に供給されるゲートクロックφGに応動してn-領域14とVCCDのn-領域18の間で電荷を相互に移送するためのゲート電極として機能する。

全部が開口するように光学開口42が設けられている。これに対しn-領域18の受光面は、第1図からわかるように1つおきごとにそのほぼ中央付近が開口38によって部分的に開口している。すなわち本実施例では、感光層34は領域14の上は受光面40が全部開口しているのに対し、1つおきの領域18の上は領域14の場合に比較してたとえばほぼ1/10程度の開口面積の光学的開口38が設けられている。なお残りの領域18の上には全面的に感光層34が設けられている。したがって、n-領域18は画素信号の垂直転送路として機能するのみならず、それらのうち開口38が設けられた一方のn-領域18は感光領域としても機能している。つまり1つの画素について、1つのn-領域14と、2つあるn-領域18のうちの一方とが入射光32に対する感光領域として機能するように構成されている。

第2図からわかるように、この1画素分の領域18は、p-領域のチャネルバリアすなわちチャネルストップ36で他の隣接画素と充分分離されて撮像セルアレイを構成している。つまり、このような

VCCDのn-領域18の上には、たとえばやはり多結晶シリコンなどからなる電極30が形成され、リード62などに印加される後述の転送クロックφ1〜φ4に応動して電荷をV方向に転送する転送電極をなしている。勿論、n-領域14とn-領域18の間には、その電位レベルを調整するための不純物層を設けてもよい。

第1図に戻って、電極30すなわちn-領域18はn-領域14のほぼ半分の領域面積であり、1つの領域14に対して2つの領域18が対応して配置されて1つの画素10が構成されている。この画素10がV方向に複数配列されて1本の垂直列を形成し、この垂直列がH方向に複数配列されて2次元の画素配列を形成している。前述のようにn-領域18はVCCDとして機能するので、このような2次元配列によってインタライン転送型CCD撮像デバイスが形成される。

第2図からわかるように、このような構体の主面は、たとえばアルミニウムなどの感光層34で被覆されているが、n-領域14の受光面40は実質的に

画素10が2次元に配列され、全体としてインタライン転送型CCD撮像デバイスを構成している。

第3図を参照すると、本発明の他の実施例が第2図と同様にして示されている。第2図の実施例と相違するところは、第2図の実施例においてn-領域18のうち開口38が設けられていないものに対応するn-領域18の受光面上には、感光層34が存在せず、その代りに、n-領域18の受光面に到達する入射光を減光する減光フィルタ層50が設けられている。減光フィルタ層50は、可視光域を一様に減光するNDフィルタが有利に適用される。減光フィルタ層50は、n-領域14における入射光量のたとえば約1/10の光量がn-領域18に入射するような減光率のものが使用される。なお、同図において第2図に示すのと同様の要素は同じ参照符号で示されている。

第4図は、第1図の一点鎖線1における断面の熱平衡状態における導電帯の底のポテンシャル分布を第2図の撮像セル構造に対応して示すが、エネルギーレベルは対応する領域または電極の参照

符号に100を加算した番号で示されている。なお、第3図の構造のものでも同様のバンド構造を有することは言うまでもない。これからわかるように、 n -領域14および一方の n -領域18には電位の井戸114および118が形成され、両者の間の電位障壁120は電極28の印加電圧によって制御することができる。また、オーバフロードレーン22と n -領域14との間には n -領域20によって電位障壁120が形成されており、更にこの部分の障壁レベルは電極40のリード84に供給されるクロック ϕ 0Fによって変化し得るようになっている。

ところでこれらの実施例において、映像信号の処理上1つの画素10を形成する n -領域14および一方の n -領域18に同じ光量の入射光が照射されると、領域18には領域14に比べてこれらの実施例では1/10の速度で光キャリアが蓄積される。この様子は第4A図からわかるように、 n -領域14には n -領域18の10倍の速度で光キャリアが蓄積され、これから溢れると n -領域20の電位障壁120を越えてキャリアがオーバフロードレーン22に流出する。

ϕ 1および ϕ 3は第6図に示すように高レベルVHにしておく。これによって、 n -領域14および開口38またはフィルタ50のある一方の n -領域30の電位の井戸114および118を深く形成し、これらに光キャリアを蓄積させる。次に、所望の露出時間が経過するとシャッタを開成して入射光32を遮断し、蓄積キャリアの読出し動作に移る。

まず、1フレームの奇数フィールドの映像信号を読み出す。第4B図を参照すると、 n -領域14と n -領域18の間のゲート電極28に高レベルVHのクロックパルス ϕ Gを印加してその電位を上げ、電位の井戸114とほぼ同電位にする。これと同時に、第6図に示すように転送クロック ϕ 1および ϕ 2を高レベルVHにし、他のクロック ϕ 3および ϕ 4は逆レベルVRにする。

第5A図に示すように、たとえば画素10Aが奇数フィールドに含まれ、画素10Bが偶数フィールドに含まれるとする。前述の時刻12のクロック印加状態では、画素10Aにおいて開口38またはフィルタ50のある一方の n -領域18に低い電位の井戸118

したがって、それ以上光が照射されて発生した光キャリアは n -領域18に n -領域14の場合の1/10の速度で蓄積されることになる。

ここで第4B図、第4C図、第5A図、第5B図および第6図を参照し、ステル撮影によって撮像した1フレームの画素から1フレーム2フィールドの飛越し走査によって、たとえばNTSCフォーマットなどの標準テレビジョン方式の映像信号を出力する場合の動作を説明する。なお第6図のタイムチャートからわかるように、ゲートクロック ϕ Gは高レベルVHと基準レベルVLの2つのレベルをとり、転送クロック ϕ 1～ ϕ 4は高レベルVH、基準レベルVLおよび逆レベルVRの3つのレベルをとり、更にオーバフロードクロック ϕ 0Fは高レベルVHと基準レベルVLの2つのレベルをとりうる。

時刻11において、たとえば光学シャッタなどの露光手段(図示せず)を開成して所望の露出時間だけ撮像セル10に光を入射させると、 n -領域14および一方の n -領域18には第4A図に示すような状態に光キャリアが蓄積される。その際、クロック

が形成され、 n -領域14の光キャリアはその電位の井戸118に移送されて(第5A図の矢印70)そこの高蓄キャリアと混合される。これとともに画素10Bについては、クロック ϕ 3および ϕ 4に逆レベルVRが印加されているので、開口38またはフィルタ50のある一方の n -領域18の蓄積キャリアは n -領域14の電位の井戸114に転送され(第5A図の矢印72)、そこの蓄積キャリアと混合されて保持される。

次に、時刻13においてゲートクロック ϕ GがVLレベルとなるとともに、転送クロック ϕ 1、 ϕ 2および ϕ 3が高レベルVHとなり、クロック ϕ 4が基準レベルVLとなり、以降、第6図のタイムチャートに示すように、転送クロック ϕ 1～ ϕ 4順次付勢される。これによって、画素10Aの電位の井戸118に保持されていたキャリア、すなわち画素10Aは、その垂直列に含まれる奇数フィールドの他の画素の信号とともに垂直転送路48に沿ってV方向に順次転送され、最終的には本撮像デバイスから奇数フィールドの映像信号として出力さ

れる。

奇数フィールドの映像が出力されてしまうと、次にそのフレームの偶数フィールドの映像信号を同様にして読み出す。すなわち第6図に示すように、時刻14において α -領域14と β -領域18の間のゲート電極28に高レベルVHのクロックパルス ϕ_6 を印加してその電位を上げ、電位の井戸114とほぼ同電位にする。これと同時に、転送クロック ϕ_3 および ϕ_4 を高レベルVHにし、他のクロック ϕ_1 および ϕ_2 は逆レベルVLにする。

第5B図に示すように、この時刻14のクロック印加状態では、画素108において開口38またはフィルタ50のある一方の α -領域18に深い電位の井戸118が形成され、 α -領域14の光キャリアはその電位の井戸118に移送される(第5B図の矢印74)。

次に、時刻15においてゲートクロック ϕ_6 がVLレベルとなるとともに、転送クロック ϕ_1 、 ϕ_3 および ϕ_4 が高レベルVHとなり、クロック ϕ_2 が基準レベルVLとなり、以降、第6図のタイムチャートに示すように、転送クロック $\phi_1 \sim \phi_4$

に蓄積されたキャリアが α -領域20の電位障壁

120' (電圧が印加されて低下されたポテンシャル) を越えてオーバフロー dren 22に流出し始める露光量に相当する。前述の実施例では α -領域18は、入射光32に応じて発生する光キャリアの発生速度が開口38またはフィルタ50によって α -領域14に比較して1/10に制限されているので、 α -領域18の入出力特性は、 α -領域14と同じ勾配を有し、入射光32の光量が値E2になると同じ飽和値I1に達して飽和するような曲線216をたどる。この露光量E2は前述の実施例において、 α -領域18に蓄積された光キャリアが α -領域14および低下させられた電位障壁120' を経てオーバフロー dren 22に流出し始める露光量に相当する。この場合、値E2は、値E1の10倍であるので、同図において1デケードだけ右にシフトしている。

第4B図について前述したように α -領域14と一方の β -領域18の蓄積電荷を結合して転送することは、映像信号の扱い上、単一画素に含まれる撮像セルとして両領域14および18を見た場合、第7図

順次付勢される。これによって、画素108の電位の井戸118に保持されていたキャリア、すなわち画素信号は、その垂直列に含まれる偶数フィールドの他の画素の信号とともに垂直転送路48に沿ってV方向に順次転送され、最終的には本撮像デバイスから偶数フィールドの映像信号として出力される。なお、 ϕ_0F は α -領域14とオーバフロー dren 22の間に配された電極40に印加されるパルスであり、露光中において高レベルVHが印加され、ポテンシャルを120'に示すように低下させて α -領域14に蓄積されるキャリアを制限する。このようにして α -領域14からオーバフロー dren 22に流れた余剰キャリアは逐時排出される。

第7図を参照すると、撮像セル10の入出力特性、すなわちセル10の露光量Eに対する出力電流Iが四対数直線で示されている。たとえば、 α -領域14が実線214で示すような入出力曲線を有するとする。つまり、出力電流がノイズレベル電流10からある露光量E1で電流値I1に達して飽和する。この露光量E1は前述の実施例において、 α -領域14

のグラフにおいて曲線214と216を加算して一点如線200で示す入出力特性を形成することに相当する。曲線200は、露光量E1以下では曲線214または216と同じ勾配(γ)をとり、露光量E1から同E2までは同E1以下の部分より小さい勾配を有し、露光量E2以上で飽和値I2をとる。

同図からわかるように、撮像セル10全体として一特性が実現され、そのダイナミックレンジは、単一セルのみの場合はS/N比が1となる出力電流10に対応する露光量E0から飽和電流I1に相当する露光量E1まで(すなわちDR1)であったのが、2つのセルを合成した場合には露光量E0から飽和電流I2に相当する露光量E2まで(すなわちDR2)拡大している。

効果

このように本発明によれば、インタライン転送型CCDの各画素は、1つの感光領域の他に、その画素についての垂直転送路を構成する1つの転送単位領域を低い光感度の感光領域として機能させ、両領域に蓄積された光キャリアを合成するこ

とにより、ダイナミックレンジの広い電荷結合撮像デバイスが得られる。また、このように垂直伝送路の伝送領域を感光領域としても使用しているので、1画素についての撮像セルの面積は従来のものと比較して大きく(たとえば前述の実施例では50%程度)増大し、感光領域部分の装置密度が高い。

なお、前述の実施例では、実効的に感光度の異なる2つの感光領域が1つの画素に配置されているが、これに限定されることなく、実効的に感光度の異なる3つ以上のセルを配置してさらに細かく段階的に変化するニ-特性を入出力特性に与えてもよい。また、撮像セルへの入射光量を制限する光学開口やフィルタを用いる代りに、感光領域の不純物濃度を変えておくなどして、感光領域自体の感度を異ならせるようにしてもよい。要は、同一の被写体照度に対して第1および第2の撮像セルが実効的に異なる感光度を有していればよい。

本発明はこのように、撮像セルの感光度を随時

的に変化させるのではなく、1画素に実効的に感光度の異なる複数の感光セルを配置するという新しい技術的思想によってニ-特性を実現するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明による電荷結合撮像デバイスの実施例における撮像セルの2次元配列の一部を概念的に示す模式図。

第2図は本発明による電荷結合撮像デバイスの実施例における1画素の構造を第1図における一点鎖線Iから見た状態で示す断面端面図。

第3図は本発明による電荷結合撮像デバイスの他の実施例における1画素の構造を示す第2図と同様の断面端面図。

第4A図は、第1図の一点鎖線Iにおける断面の熱平衡状態における導電帯の底のポテンシャル分布を第2図または第3図の撮像セル構造に対応して示す図。

第4B図は、第2図または第3図の撮像セル構造における蓄積キャリアの転送を説明するための第

4A図と同様の図。

第4C図は第1図の一点鎖線IIにおける断面についての第4B図と同様の図。

第5A図および第5B図はそれぞれ、奇数フィールドおよび偶数フィールドにおける蓄積キャリアの転送を説明するための概念図。

第6図は映像信号の転送動作を説明するためのタイミング図。

第7図は撮像セルの入出力特性、すなわちセルの露光量Eに対する出力電流Iの関係を両対数グラフで示すグラフである。

主要部分の符号の説明

- 10 画素
- 14 感光領域
- 19 転送領域
- 22 オーバフロードレイン
- 28 ゲート電極
- 34 感光層
- 38, 42 光学開口
- 48 垂直伝送路

50 減光フィルタ

φG ゲートクロック

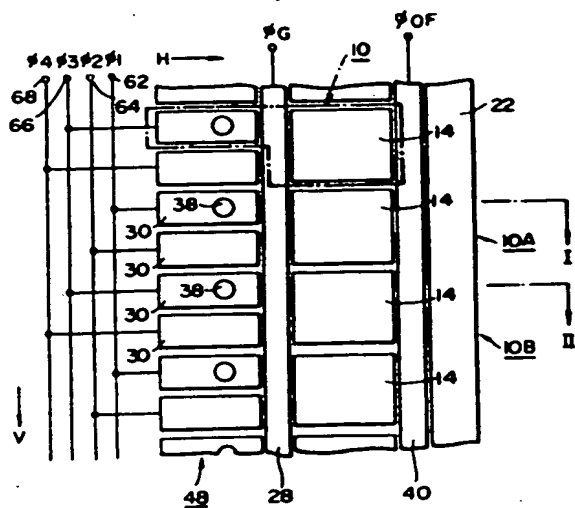
φ1 ~ φ4 転送クロック

特許出願人 富士写真フイルム株式会社

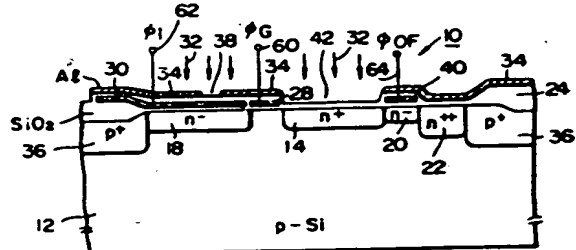
代理人 香取 孝雄



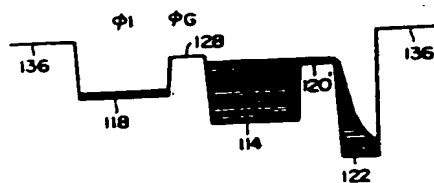
第 1 题



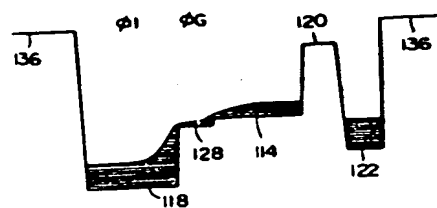
第 2 図



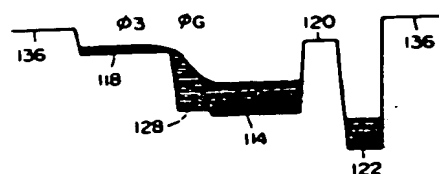
第 4A 圖



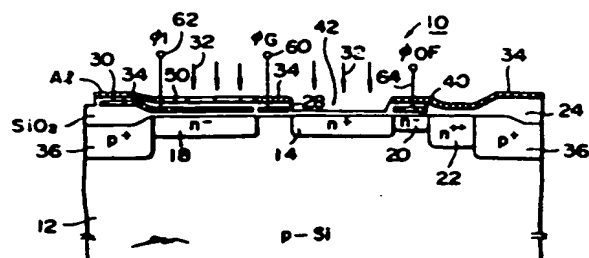
第 4B 図



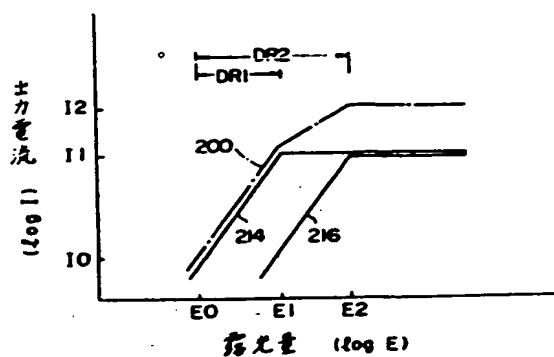
第 4C 図



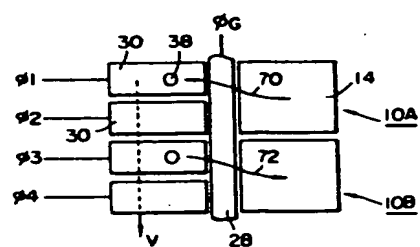
第 3 圖



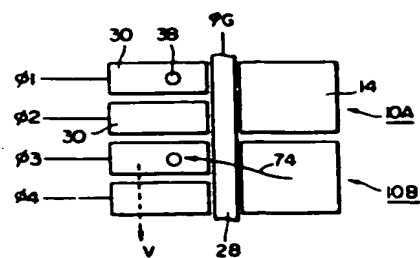
第 7 图



第 5A 圖



第 58 図



第 6 図

